

中华学生科学探索丛书

化学

上

主编 / 纪容起

新天地



内蒙古人民出版社

化学新天地

(上)

纪荣起 张平 主编

内蒙古人民出版社

编委会

主 编

纪荣起 张平

编 委

苟 妮 李 响 宁 霞 李 荣

周文国 李改肖 谢 燕 苗柳美

韩 伟 曹树光 刘 军 袁海燕

刘 程 刘建光 窦世涵 张 燕

徐 静 刘 涵 龚 然 展 招

邢石鹃 季珍明 孟 亮 刘国安



目 录

氧气的发现	(1)
氮气的发现	(9)
氢的发现	(15)
锰的发现	(23)
玻璃的发现	(27)
水泥的发明	(31)
钛的发现	(34)
氩元素的发现	(37)
铀射线的发现	(41)
不锈钢和铬的发现	(46)
炼丹术与炼金术	(50)
康尼查罗的功绩	(56)
墨水的来历	(62)



少年学科科学与探索丛书

偶然中诞生的塑料之王	(66)
征服“白色污染”的希望	(72)
吸烟	(80)
肥皂的故事	(96)
洗衣粉的功过	(102)
古人眼中的元素	(108)
从尿液中提取的元素	(116)
从特种钢中提取的元素	(119)
介于金属之间的元素	(130)
“盐精”是“氧化盐酸”吗	(141)
两个世纪前的“伪劣药品”案	(146)
碱金属元素	(150)
威尼斯人的贡献	(160)
功大于过的二氧化碳	(164)
浑身是宝的煤	(176)
无定形碳	(186)
家居环境的电磁辐射	(191)



氧气的发现

火与人类的生活密切相关,火的使用是人类进步文明的一个重要标志。希腊神话中说:火是由普洛米修斯从太阳那里盗窃来的。虽然这只是故事,但很久以来人们的确不清楚火究竟是怎么回事,有些物质为什么会燃烧。

到了17世纪,随着冶金工业和化学工业的发展,人们更频繁地使用各种燃烧手段,这就更迫切地需要弄清燃烧的本质。

燃素说的兴起

德国有两位著名的医生贝歇尔和斯塔尔,由于工作需要,他们对燃烧现象进行了系统的观察和研究,于1703年提出了燃素学说。他们认为,一切可燃



物如木材、磷、硫等都含有燃素，不可燃物如石块、黄金皆不含燃素。当可燃物燃烧时发出光和热，就被认为是可燃物的燃素逸出，他们依此得到一个公式：

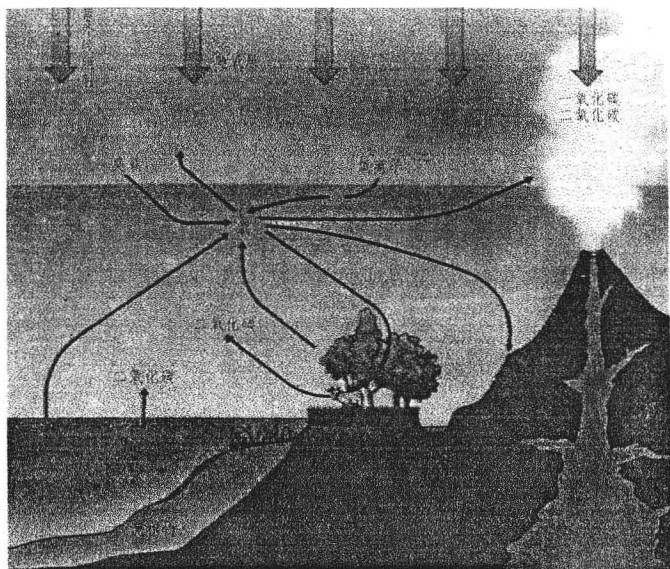
$$\text{可燃物} - \text{燃素} = \text{灰烬}$$

用这个公式可以轻而易举地解释许多化学现象。纸张、木材、油类之所以易燃，因为它们都含有大量燃素。物质含的燃素越多，燃烧就越旺。油类里含的燃素最多，所以就比木材、纸张燃烧得更剧烈。石头、黄金等不含燃素，所以不能燃烧。但燃素说却无法解释金属灼烧后质量增加这一事实。

两位勇于探索的勇士

在探索燃烧本质的过程中，瑞典化学家舍勒和英国化学家普里斯特列是两位不屈不挠的勇士。

1742年舍勒诞生于瑞典一户贫苦人家，他的兄弟姐妹很多，更增加了家庭经济困难。因无钱上学读书，14岁他便到一家药店当学徒，开始自食其力的生活。但是舍勒聪明好学，又有坚强的意志，在三年学徒中，他自学了当地图书馆里的全部化学书籍。这大大充实了他的基础知识，扩大了他的视野，使他了解了当时化学研究的一些重大问题。舍勒还有一个很大的优点就是



氧循环示意图

对实验有浓厚的兴趣,非常喜欢动手做实验。他常常将制药中的问题通过实验去解决。

1771年秋季的一天,舍勒在实验室里正埋头做制取硝酸的实验。他把硝石(硝酸钠)和矾油(浓硫酸)放入曲颈甑里进行高温蒸馏,并用盛石灰水的猪尿泡吸收放出来的棕色气体。他无意中把点燃的小蜡烛伸进猪尿泡,可是烛火不但没有熄灭,反而发出耀眼的光芒,这可把舍勒吓了一跳。他苦苦思索,反



复实验,结果都一样。于是他得出一个结论:猪尿泡里还有一种未知的无色气体。

舍勒继续用其他药品进行实验,如加热硝石、硝酸汞或把二氧化锰与浓硫酸混合加热,都可以制得能使点着的小蜡烛发出更亮光芒的神奇的气体。舍勒把这种神奇的气体取名为“火气”。接着他又做了许多实验,发现“火气”在空气中也有,且占空气体积的 $\frac{1}{5}$ 。

但由于舍勒受燃素说的影响太深,没能越过陈旧的观念,他把燃烧仍解释为空气中的“火气”与可燃物中“燃素”结合的过程。于是,本可以发现的关于燃烧的新原理却悄悄地溜走了。

无独有偶,正当舍勒精心做自己的实验的时候,英国人普利斯特列也在做他的探索实验。

1733年普利斯特列生于英国黎兹城的郊外。他的父亲是个裁缝,家中生活也很贫困,他一度辍学打工。成年以后,生活迫使他当了一名牧师。艰苦的环境使他养成了许多优良品质,如爱学习,珍惜时光等。1766年,他遇见了著名美国物理学家富兰克林,受其教诲,决心献身自然科学的研究,从此他对空气产生了兴趣。



1774年8月1日上午,天气特别好,晴空无云,他的实验室也显得格外明亮。他的心情特别愉快,因为他前一天刚收到朋友瓦尔泰尔送来的一包红色三仙丹(氧化汞),他想用聚焦太阳光来分解它。

11点钟,太阳光正强烈,他先把三仙丹放在玻璃瓶里,然后手持一个大的凹透镜,把太阳光聚焦到三仙丹上。很快,它便分解了,除生成银白色的水银珠外,还有一种无色气体。普利斯特列也把点燃的小蜡烛放入玻璃瓶里,看到的现象和舍勒的一样,小蜡烛的光芒更亮了。他把这种气体收集到另一个瓶子里,并试着用鼻子嗅了一下,没闻出什么味儿。接着,他从瓶子里深深地吸了一口气,肺里顿时觉得十分舒畅。他又把一只小白鼠放入瓶中,小白鼠非但没窒息而死,反而十分活跃。

普利斯特列记录上述实验时风趣地写道:“有谁能说这种气将来会不会变成时髦的奢侈品呢?不过,现在世界上享受到这种气体的只有一只老鼠和我自己。”

非常可惜,普利斯特列面对自己的新发现,却作了完全错误的解释。他认为从三仙丹里分解出来的气体能使蜡烛燃烧得更旺,那么,它本身一定是没有



燃素的,它一定要疯狂地去吸取蜡烛里的燃素,才能使小蜡烛光芒更加明亮。因此,普利斯特列把这种奇特的无色气体取名为“失燃素的空气”。

普利斯特列和舍勒一样,没有从旧的学说中摆脱出来,而是用“旧瓶子装新药”,从而使一个重要的发现被埋没了。所以后人称以上两个勇士为“鼻尖碰到真理还不能发现真理的人”。

换个想法

1774年10月,普利斯特列渡过英吉利海峡,来到巴黎,访问了法国科学院,有幸会见了法国著名化学家拉瓦锡。他向拉瓦锡等人表演了他制取“失燃素空气”的实验。表演非常成功,轰动了法兰西和整个科学院,大家都感到惊奇和迷人。

看了表演之后,拉瓦锡立即回到自己的实验室重复做了普利斯特列的实验,结果和英国客人所做、所说的完全一样。但是拉瓦锡在解释这个实验时,却换了个说法,他否认有“失燃素空气”的说法,而把三仙丹分解放出的气体称之为“上等纯空气”。

接着他把锡和铅放在空气中加热,结果加热后的金属质量增加了。这是化学家波义耳早就做过的



实验。他又把锡和铅放在密闭容器中加热,结果无论加热多久,金属质量不变。这是 1748 年俄国化学家罗蒙诺索夫曾做过的实验。但是拉瓦锡并不满足验证前人的实验,经过许多天的周密思考,他又设计了一个具有划时代意义的新实验。

他在一个曲颈甌里放入已称量好的少量水银,曲颈甌口用一个玻璃罩罩上,并与盛水银的槽相通,玻璃罩的体积是已知的。接着他加热曲颈甌使水银沸腾,加热到第二天,银白色的水银面上浮起了红色鳞斑似的渣滓。继续加热数天,红色渣滓一天比一天多,直至加热到第十二天,红色渣滓不再增多时,结果发现玻璃罩子里的空气的体积差不多减少了 $\frac{1}{5}$,而红色渣滓的质量也比原来的水银增加了。随后,拉瓦锡把点燃的小蜡烛放入玻璃罩,烛火立即熄灭。他又放进小白鼠,小鼠也窒息而死。

随后,拉瓦锡将红色渣滓收集起来,放在另一个较小的容器中,用凹透镜聚焦太阳光加热红色渣滓,重新得到水银和无色气体。而此时得到的气体体积等于加热水银时玻璃罩中减少的体积。他把这种气体加到原先的玻璃罩里,和剩余的气体混合,结果得到的气体跟空气的性质完全一样。拉瓦锡终于发现



了这一气体新的特征,他把这种气体取名为氧。他认为,燃烧决不是什么燃素的放出,恰恰相反,是物质跟氧的猛烈作用,并放出光和热。进一步分析后,拉瓦锡提出:空气是由两种气体组成的,一种为能帮助燃烧的氧气,约占空气体积的 $\frac{1}{5}$;另一种为不能帮助燃烧的气体,叫氮气,约占空气体积的 $\frac{4}{5}$ 。

依据拉瓦锡创立的新燃烧理论,在空气中加热金属时,金属与氧气化合生成了氧化物,由于氧参加进去了,所以氧化物的质量比原金属重了。而木材、纸张燃烧时,由于有二氧化碳生成,逸到空气中了,只剩下灰烬,所以质量减少了。

拉瓦锡的理论还能够解释呼吸作用不是缓慢放出燃素,而是较缓和的氧化过程,吸入氧气,呼出二氧化碳气体。

至此,燃烧的本质才被提示,拉瓦锡创立的的燃烧理论把在化学界统治 70 年之久的燃素学说彻底推翻了。他的理论被后来更多的实验所证实。他的发现使化学研究大大地前进了一步。

每当人们做化学燃烧实验,或用到氧时,都不会忘记它的发现者——拉瓦锡。



氮气的发现

人类生活的地球被厚厚的大气层所包裹着,不仅人的生存离不开空气,任何动植物的生长都依赖于它。现在我们已经知道,空气中最主要的成分是氮气,它始终围绕在我们身边与我们朝夕相处。然而,这可以感觉到却又看不见的朋友是如何被人们所发现的呢?

由二氧化碳引出的思考

1755年,英国化学家布拉克通过煅烧石灰石发现了一种气体 CO_2 。当时他认为这种气体是固定在石灰石中,于是就将这种气体命名为“固定空气”。以后,布拉克又以碳酸镁做了类似的试验,发现碳酸镁中也含有“固定空气”。



布拉克对“固定空气”做了多方面的研究：发现它能被苛性碱吸收，使苛性碱变为性质温和的苏打；燃烧的蜡烛在“固定空气”中不能继续燃烧；麻雀和小鼠在“固定空气”中会窒息死亡。

布拉克又做了一个实验，将木炭在玻璃罩内燃烧，他发现燃烧后的气体有一部分和“固定空气”相似，即燃烧后的一部分气体能被苛性碱吸收，使苛性碱变为性质温和的苏打。他加大苛性碱的量，试图将燃烧后的气体全部吸收，结果都未能如愿。不管苛性碱用量多大，总有相当数量的气体剩余下来。他几次重复，都是如此。布拉克想弄个明白，便让他的学生丹尼尔·卢瑟福研究这种剩余气体是什么。

浊气——氮气最初之名

1772年，卢瑟福正在爱丁堡大学攻读医学，他重做了这个实验，并对剩余气体进行研究。

卢瑟福将木炭燃烧后的气体先用苛性碱吸收，再把吸收后的气体密封在器皿里，然后把小鼠放进这个密封的器皿里。不一会儿，小鼠便闷死了。他发现器皿气体的体积有所减少。卢瑟福想，器皿里能助呼吸的气体肯定是减少了，但能否继续助燃呢？



卢瑟福接着在闷死小鼠的器皿里又放入点着的蜡烛,蜡烛光线很弱,但仍能燃烧。实验结果使他意识到很难从空气中把那种助呼吸、助燃的气体完全除净。为了尽可能去除助燃气体,卢瑟福用白磷代替木炭,重复上面的实验,发现小鼠在器皿中闷死得更快。这时,器皿中的剩余气体既不能维持生命,也不能帮助燃烧,而且也不溶于苛性碱液。卢瑟福便将其命名为“浊气”。

同一年,英国教士、科学家普里斯特利也做了一个实验。他把潮湿的硫磺粉放在密闭容器中,过了一段时间,发现容器里的空气体积减少了 $1/5$ 。他对剩余气体进行检测实验,发现这部分剩余气体与卢瑟福所做实验的剩余气体性质相似,不助呼吸,也不助燃,又不与石灰水作用,还较空气轻。由于普里斯特利相信燃素说,所以,他认为这种剩余气体是“燃素化的空气”或“被燃素饱和了的空气”。

它是空气的成分

1772年,在卢瑟福和普里斯特利研究剩余空气的同时,出身于药剂师的瑞典化学家舍勒也在研究燃烧与空气的关系。



舍勒认为:既然燃烧必须在空气中进行,因此一旦辨明火的本质,空气的组成也就清楚了。于是他把一系列认为可发散出燃素的物质,如硫磺、松节油等,分别放在密闭的容器中点燃,再对燃烧后的空气进行测量。他发现空气体积缩小了,剩下来的气体较原来空气的密度要小,因此,他判断燃素并未结合在剩下的气体中。他把这剩下的气体称之为“劣质空气”,把被可燃物消耗掉的那部分气体叫“火空气”。他由这个实验得出了“劣质空气”是空气的成分之一。

舍勒又做了一个很有意义的实验:他把蜡烛放在一个密封的容器中,容器里面是洁净空气,点燃后计时,火光维持了 80 秒。他又把蜡烛放在同体积的空气与“固定空气”(即 CO_2) 的混合气体(体积比为 6:5.5)中,蜡烛便立即熄灭;但把蜡烛放在同体积的空气与“劣质空气”的混合气体(体积比也是 6:5.5)中,则大约燃烧了 26 秒,这一实验事实说明:“劣质空气”的灭火效力比“固定空气”要差一些。

普里斯特利、舍勒都没有公开发表自己发现的结论。

1774 年法国化学家拉瓦锡在普里斯特利和舍勒